

АНАЛИЗ ТЕПЛОВОЙ РАБОТЫ УЗЛА УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОТЫ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ АНОДНЫХ ПЕЧЕЙ АО «УРАЛЭЛЕКТРОМЕДЬ»

Аннотация

В работе рассмотрены способы повышения эффективности использования вторичных энергоресурсов, заключающиеся в увеличении температуры подогрева воздуха в рекуператоре, идущего на горение.

В ходе работы проведено исследование тепловой работы плавильной печи и узла утилизации теплоты продуктов сгорания, при различных геометрических характеристиках элементов узла.

В состав узла утилизации входят: вертикальная камера радиационного охлаждения (далее КРО), способствующая охлаждению дымовых газов и выработке пара; конвективная испарительная секция (далее ИС), целью которой является паропроизводство; рекуператор, в котором подогревается воздух, идущий на горение.

В ходе анализа выявлены недостатки существующей системы утилизации теплоты и предложены способы решения данных недостатков.

Кроме того, рассмотрен вариант введения в газоход байпаса, который соединяет КРО и рекуператор в обход ИС [4]. Таким образом, предложено введение двух основных режимов работы узла: «лето» и «зима». В режиме «лето» предусмотрено уменьшенное паропроизводство, за счет исключения из системы ИС. В режиме «зима» осуществлена максимальная паропроизводительность системы.

Ключевые слова: Тепловой баланс, паропроизводительность, энерготехнологический агрегат, отражательная печь, материальный баланс, температура.

Abstract

Methods for improvement of the efficiency of application secondary energy supplies were examined in this work. It involves increase of air heating temperature for burning process in heat recovery wheel.

During the work was conducted the research about thermal performance of smelt-furnace and center of warmth utilization of products after burning with different geometric characteristics of elements in center.

Utilization center contains: vertical radial cooling cabinet, conductive to cooling of furnace gas and steam generation; convective evaporative basket that produces steam; heat recovery wheel where air for burning warms up.

Analysis exhibits disadvantages of warmth utilization system. After this analysis it's possible to suggest ways for escape these disadvantages.

Also there is a variant with introduction steam bypass into chimney flue that connects radial cooling cabinet and heat recovery wheel into connective evaporative basket. So may offer 2 operations of center work: «summer» and «winter». «Summer» has less steam production because it works without evaporative basket. Operation «winter» works with maximal steam production.

Key words: thermal balance, evaporative rate, energotechnological device, flame-contact furnace, burden balance, temperature.

Цель работы:

1. Расчет существующего режима работы энерготехнологического агрегата [1–3];

2. Расчет энерготехнологического агрегата при использовании различных геометрических характеристик рекуператора (различные площади теплообмена);
3. Выявление проблем узла утилизации теплоты и предложение по их устранению;
4. Разделение работы системы утилизации теплоты на режим «лето» и режим «зима».

Первым делом был рассчитан тепловой баланс плавильной печи, на которой используется данный узел утилизации тепла (табл. 1).

Как видно из теплового баланса печи, львиная доля тепла теряется с уходящими дымовыми газами, поэтому задача максимального отбора теплоты является актуальной.

Далее рассчитан тепловой баланс существующего узла утилизации теплоты (вариант 5) и тепловые балансы при различных геометрических характеристиках рекуператора (табл. 2).

Из полученных результатов сделали вывод, что существующий вариант утилизации тепла не является эффективным, так как температура подогрева воздуха составляет 184 °С, а температура дымовых газов после рекуператора остается высокой. Так как далее дымовые газы следуют на очистку в рукавный фильтр ФРИР, то их температура должна быть не выше 150-170 °С. Таким образом, появляется необходимость в дополнительном подсосе холодного воздуха из окружающей среды, для разбавления дымовых газов. Это значит, что часть тепла теряется. Из данных таблицы также, был сделан вывод, что с повышением площади теплообмена, увеличивается и температура подогрева воздуха.

Как видно из таблицы, при диаметре КРО 3 метра, длине 5 метров и начальной температуре газов 1100 °С температура на входе в рекуператор составляет 465,55 °С. Чтобы увеличить подогрев воздуха в рекуператоре, кроме всего прочего, необходимо доставить дымовые газы с, как можно более высокой, температурой, но не более 800 °С, так как при такой температуре дымовых газов возможен прогар стенки. Для решения этой задачи было предложено уменьшить диаметр до 2 метров, длину оставить прежней. Тогда на входе в рекуператор температура дымовых газов составит порядка 600–700 °С, что позволит более эффективно отбирать тепло отходящих газов.

При такой температуре преобладающее значение в теплообмене играет конвективная составляющая, а это значит, что увеличив скорости газовых сред, мы интенсифицировали теплообмен и, тем самым, повысили температуру нагрева воздуха.

В таком случае температура подогрева воздуха повышается, но и температура дымовых газов после рекуператора остается высокой, то есть тепло отнимается не полно. Для решения этой задачи было предложено ввести второй рекуператор, который располагается сразу за первым.

Течение дымовых газов и воздуха производится в противотоке. В таком случае дымовые газы, проходя первый рекуператор, отдают тепло воздуху, который уже предварительно был нагрет во втором рекуператоре. То есть во второй рекуператор дымовые газы поступают уже остывшие до 300–400 °С, а воздух подается при температуре цеха – 20 °С. В первый рекуператор поступают горячие дымовые газы – 500–600 °С и подогретый до 200–280 °С воздух. По выходе из рекуператора получаем воздух, подогретый до 450–600 °С и дымовые газы с температурой 160–200 °С.

Таблица 1

Тепловой баланс медеплавильной печи

| Приход, кДж | | | Расход, кДж | | |
|-------------|--------------|--------------|--------------------|--------------|--------------|
| Q_x | 459542497,93 | | $Q_{нагр}$ | 143239250,00 | 23358125,00 |
| $Q_в$ | 29018257,93 | | $Q_{плав}$ | 74725000,00 | |
| $Q_т$ | 493728,66 | | $Q_{перегрев}$ | 15617000,00 | |
| $Q_{экз}$ | $Q_{экз1}$ | 32662097,90 | $Q_{излуч}$ | 16368205,56 | 215988598,18 |
| | $Q_{экз2}$ | 10207076,92 | | | |
| | $Q_{экз3}$ | 6794013,99 | | | |
| | | | $Q_{изл1}$ | 1400123,77 | 18394887,82 |
| | | | | 626558,50 | |
| | | | | 21929124,31 | |
| | | | $Q_{свод}$ | 10660703,63 | 46375666,86 |
| | | | $Q_{под}$ | 681099,56 | |
| | | | $Q_{т.ст.шл.о.к.}$ | 260063,03 | |
| | | | $Q_{т.ст.в.}$ | 4389727,48 | |
| | | | $Q_{б.ст.в.}$ | 920112,04 | |
| | | | $Q_{т.ст.шл.}$ | 1011872,22 | |
| | | | $Q_{т.ст.г.}$ | 4084633,56 | |
| | | | $Q_{б.ст.л.}$ | 2438331,03 | |
| | | | $Q_{охл.вод}$ | | 12435390,00 |
| | | | $Q_{шлак}$ | | 2649150,00 |
| Всего | | 538717673,33 | Всего | | 538615792,81 |

Таблица 2

Результаты расчета узла утилизации при разных геометрических характеристиках элементов узла

| | Длина КРО, м | Диаметр КРО, м | Площадь сечения для прохода продуктов сгорания в рекуператоре, м ² | Площадь сечения для прохода воздуха рекуператоре, м ² | Поперечный шаг трубы рекуператора, м | Продольный шаг трубы рекуператора, м | Площадь теплообмена рекуператора, м ² | Температура воздуха до рекуператора, °С | Температура дымовых газов до рекуператора, °С | Температура дымовых газов после рекуператора, °С | Температура воздуха после рекуператора, °С | Температура стенки, °С | Максимально допустимая температура стенки, °С |
|--------------|--------------|----------------|---|--|--------------------------------------|--------------------------------------|--|---|---|--|--|------------------------|---|
| Вариант 1 | 5 | 3 | 7,60 | 0,62 | 0,175 | 0,16 | 300 | 20 | 465,55 | 236,41 | 294,73 | 257,39 | 374,66 |
| Вариант 2 | 5 | 3 | 6,60 | 0,49 | 0,165 | 0,15 | 250 | 20 | 465,55 | 240,37 | 277,89 | 251,59 | 350,22 |
| Вариант 3 | 5 | 3 | 6,30 | 0,38 | 0,15 | 0,15 | 200 | 20 | 465,55 | 255,24 | 257,06 | 249,46 | 320,12 |
| Вариант 4 | 5 | 3 | 4,60 | 0,28 | 0,15 | 0,14 | 150 | 20 | 465,55 | 268,87 | 241,10 | 248,88 | 300,52 |
| Вариант УГМК | 5 | 3 | 3,7 | 0,20 | 0,15 | 0,14 | 100 | 20 | 465,55 | 316,47 | 183,44 | 246,37 | 280,22 |

Таблица 3

Результаты расчета узла после введения принятых решений

| Режимы | Длина КРО, м | Диаметр КРО, м | Площадь сечения для про- хода продуктов сгорания в рекуператоре, м ² | Площадь сечения для про- хода воздуха в рекуперато- ре, м ² | Поперечный шаг труб ре- куператора, м | Продольный шаг труб ре- куператора, м | Площадь теплообмена ре- куператора, м ² | Температура воздуха до ре- куператора №1, °C | Температура дымовых га- зов до рекуператора №1, °C | Температура дымовых га- зов до рекуператора №2, °C | Температура дымовых га- зов после рекуператора №2, °C | Температура воздуха после рекуператора №1, °C | Зима | Лето |
|--------|--------------|----------------|---|--|--|--|---|---|---|---|---|--|--------|------|
| | | | | | | | | | | | | | 5 | 2 |
| | 5 | 2 | 0,80 | 0,20 | 0,20 | 0,10 | №1 300 №2 200 | 291,13 | 20 | 691,64 | 385,59 | 169,50 | 626,76 | |

Из полученных данных видно, что температура подогрева воздуха в рекуператоре значительно возросла, а значит для протекания тех же технологических операций, потребуется меньше топлива – значительное количество тепловой энергии поступает с воздухом.

Введение байпаса позволило осуществлять работу узла утилизации теплоты в двух режимах: «зима» и «лето». В режиме «лето» паропроизводительность узла снижается, так как не требуется тепла на обогрев помещений. Благодаря тому, что дымовые газы идут в обход ИС, до рекуператора они доходят при большей температуре, а значит, увеличивается и температура подогрева воздуха в летнее время.

Список использованных источников

1. Теплотехнические расчеты металлургических печей / Гордон Я. М., Зобнин Б. Ф., Казяев М. Д. [и др.]. – М.: Металлургия, 1993. – 367 с.
2. Теплотехнические расчеты металлургических печей / Б. И. Китаев [и др.]. – М.: Металлургия, 1970. – 528 с.
3. Промышленные печи. Справочное руководство для расчетов и проектирования / Казанцев Е. И. 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Металлургия, 1975. – 368 с.
4. Интенсификация теплообмена и энергосбережения при работе газоздушных теплообменников / О. Н. Ермаков [и др.]. – М.: Металлургия, 2002. – 326 с.

УДК 669.046.564:621.785

К. С. Коноз, М. В. Темлянцева, Е. Н. Темлянцева

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия

РАЗРАБОТКА ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РЕССОРНО-ПРУЖИННОЙ СТАЛИ ОТ ОКИСЛЕНИЯ И ОБЕЗУГЛЕРОЖИВАНИЯ ПРИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ НАГРЕВЕ

Аннотация

В статье представлены результаты лабораторных исследований возможности применения защитных покрытий для снижения угара и обезуглероживания стали марки 60С2ХА при нагреве под прокатку. Получен состав покрытия, обеспечивающий снижение угара в 1,7 раза, предотвращение образования видимого обезуглероженного слоя, снижение шероховатости и повышение качества поверхности металла после нагрева.

Ключевые слова: защитные покрытия, угар, обезуглероживание.

Abstrac

The article presents the results of laboratory studies the possibility of applying protective coatings to reduce fumes and decarburization of the steel grade 60S2HA during heating for rolling. The resulting coating composition provides a decrease in the frenzy of 1,7 times, preventing the formation of visible decarbonization layer, reducing roughness and improving the quality of the metal surface after heating.

Key words: protective coatings, fumes, decarburization.

Нагрев заготовок перед прокаткой, осуществляемый в методических печах сопровождается контактом металла с окислительной печной атмосферой. Высокие температуры и продолжительный контакт стали с окислительными газами приводят к безвозвратным потерям металла вследствие угара. Не менее важной является проблема образования обезуглероженного слоя, снижающего качество и эксплуатационные свойства проката и металлоизделий. Для предотвращения отрицательных последствий контакта металла с окислительной